



⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑯ **DE 197 17 295 A 1**

⑤ Int. Cl. 6:  
**F 04 C 15/00**  
F 04 C 2/10  
F 04 C 2/14

① Aktenzeichen: 197 17 295.4  
② Anmeldetag: 24. 4. 97  
③ Offenlegungstag: 29. 10. 98

⑦ Anmelder:  
Danfoss A/S, Nordborg, DK

⑧ Vertreter:  
U. Knoblauch und Kollegen, 60320 Frankfurt

72 Erfinder:  
Froeslev, Peter, Sydals, DK; Madsen, Ingvard  
Mosby, Soenderborg, DK; Clausen, Joen Holger,  
Nordborg, DK; Thomsen, Franz, Nordborg, DK

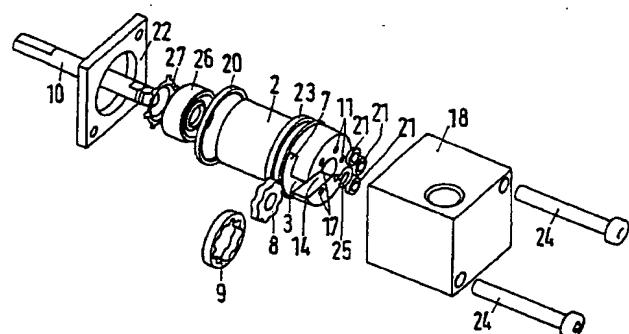
56 Entgegenhaltungen:  
US 42 40 567  
EP 05 95 764 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## 54 Fluid-Maschine

57) Es wird eine hydraulische oder pneumatische Maschine angegeben mit einem ersten Verdrängungselement (8), das um eine Drehachse drehbar ist, drehfest mit einer Welle (10) verbunden ist, die in einem Gehäuse (2) drehbar gelagert ist, und mit einem zweiten Verdrängungselement (9) zusammenwirkt, wobei die Drehachse in einem vorbestimmten Abstand zur Mittelachse des zweiten Verdrängungselementes (9) angeordnet ist.  
Bei einer derartigen Maschine soll der Aufbau vereinfacht werden.  
Hierzu weist das Gehäuse (2) eine Tasche (3) auf, in der die Verdrängungselemente (8, 9) so angeordnet sind, daß das Gehäuse (2) die Verdrängungselemente (8, 9) axial auf beiden Seiten (4, 5) zumindest in einem Wirkbereich und in Umfangsrichtung über maximal 180° abdeckt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Fluid-Maschine mit einem ersten Verdrängungselement, das um eine Drehachse drehbar ist, drehfest mit einer Welle verbunden ist, die in einem Gehäuse drehbar gelagert ist, und mit einem zweiten Verdrängungselement zusammenwirkt, wobei die Drehachse in einem vorbestimmten Abstand zur Mittelachse des zweiten Verdrängungselementes angeordnet ist.

Derartige Maschinen werden sowohl als Pumpen eingesetzt, bei denen die Welle durch einen Motor, beispielsweise einen Elektromotor, angetrieben wird, als auch als Motoren, bei denen den Verdrängungselementen im Fluid unter Druck zugeführt wird, so daß sich zumindest das mit der Welle verbundene Verdrängungselement dreht und mechanische Leistung abgeben kann. Als Fluid kann sowohl eine Flüssigkeit verwendet werden als auch ein Gas. Im ersten Fall handelt es sich um hydraulische Maschinen, im zweiten um pneumatische. Die folgende Erläuterung erfolgt am Beispiel von hydraulischen Maschinen.

Derartige hydraulische Maschinen sind seit langem bekannt. Damit sie gut, d. h. mit einem akzeptablen Wirkungsgrad, arbeiten, müssen die Teile mit geringen Toleranzen aufeinander abgestimmt werden. Sind die Spalte zwischen bewegten Teilen zu groß, dann verschlechtert sich der volumetrische Wirkungsgrad aufgrund von inneren Leckagen. Sind hingegen die Passungen zu eng, dann entstehen erhöhte Reibungsverluste, die den Wirkungsgrad ebenfalls herabsetzen. Das Einhalten der engen Toleranzen macht die Produktion schwierig, was zu einer entsprechenden Erhöhung der Kosten derartiger Maschinen führt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau derartiger Maschinen zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird bei einer hydraulischen Maschine der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Gehäuse eine Tasche aufweist, in der die Verdrängungselemente so angeordnet sind, daß das Gehäuse die Verdrängungselemente axial auf beiden Seiten zumindest in einem Wirkbereich und in Umfangsrichtung über maximal 180° abdeckt.

Bei diesem Aufbau geht man von der herkömmlichen Konstruktion ab, bei der man davon ausgegangen ist, daß die Verdrängungselemente in einer allseits geschlossenen Kammer angeordnet sein müssen. Man läßt vielmehr eine Seite offen. Durch diese Öffnung der Tasche, in der sich die Kammer ausbildet, können die Verdrängungselemente eingesetzt werden. Da die Tasche im Gehäuse angeordnet ist, kann sie mit einer vorherbestimmten Genauigkeit gefertigt werden, die durch nachfolgende Zusammenbauschritte nicht mehr oder nur in geringem Maße verändert wird. Auch die Verdrängungselemente können mit einer vorbestimmten Genauigkeit gefertigt werden und zwar so, daß sie axial genau in die Tasche hineinpassen. Weitere Montageschritte, um die Tasche dann abzuschließen, die dann wieder mit Toleranzen behaftet sein könnten, sind nicht erforderlich. Möglich wird dies durch die Erkenntnis, daß ein Druck nur im sogenannten Wirkbereich eingeschlossen werden muß. Dementsprechend reicht es aus, wenn das Gehäuse den Wirkbereich abdeckt. Der Wirkbereich ist der Bereich zwischen den Verdrängungselementen, in dem bei einer Pumpe die Hydraulikflüssigkeit unter Druck gesetzt wird, üblicherweise durch ein Vermindern des Volumens von Kammern, die sich zwischen den Verdrängungselementen ausbilden, oder bei einem Motor die Hydraulikflüssigkeit eingespeist wird, um eine Expansion von Arbeitskammern zu bewirken. Ist ein derartiger Abschluß von Arbeitskammern nicht mehr erforderlich, ist auch keine druckfeste Abdeckung durch das Gehäuse mit entsprechendem Aufwand notwendig. Man

kann daher die Öffnung, die für die Montage notwendig ist, offenlassen, ohne eine Verschlechterung der Laufeigenschaften der Maschine ia Kauf nehmen zu müssen. Dadurch wird die Produktion drastisch vereinfacht und die Produktionskosten können sich verringern.

Vorzugsweise weist eine axiale Stirnwand der Tasche einen Schlitz auf. Dieser Schlitz hat zunächst hauptsächlich herstellungstechnische Gründe. In den meisten Fällen muß die Tasche in dem Bereich, in dem sie die Verdrängungselemente in Umfangsrichtung umgibt, einen kreislinienförmigen Querschnitt aufweisen. Einen derartigen Querschnitt erzielt man zweckmäßigerweise durch Verwendung eines Fräzers, dessen Rotationsachse parallel zur späteren Drehachse des ersten Verdrängungselementes geführt wird. Wenn man nun die Verdrängungselemente tiefer in die Tasche einbringen möchte, also beispielsweise so, daß sie sich vollständig innerhalb des Gehäuses befinden, dann muß der Fräser entsprechend tief eingeführt werden. Hierzu dient der Schlitz, der zum Herstellen der Tasche ein entsprechend tiefes Einfahren des Fräzers mit seiner Antriebswelle in das Gehäuse erlaubt. Der Schlitz kann hierbei gleichzeitig mit dem Herstellen der Tasche gefertigt werden. Er kann aber auch in einem vorgeschalteten Arbeitsgang erzeugt werden.

Mit Vorteil ist der Schlitz zur Welle seitlich versetzt angeordnet. Damit läßt sich sicherstellen, daß der Wirkbereich zwischen den Verdrängungselementen von der Stirnseite abgedeckt ist, auch wenn die Stirnseite den genannten Schlitz aufweist.

Mit Vorteil durchdringt die Welle das erste Verdrängungselement und ragt in eine Ausnehmung am Ende des Schlitzes hinein. Damit wird die Welle nicht nur im Gehäuse auf der einen Seite des Verdrängungselementes geführt, sondern mit dem durchdringenden Ende auch in der gegenüberliegenden Stirnwand der Tasche. Diese Führung ist zwar schwächer, weil der Schlitz eine Unterbrechung der Führung bewirkt. Sie reicht aber immer noch aus, um eine hohe Stabilität der Wellenlagerung zu bewirken.

Mit Vorteil sind bei der Montage die Welle nur axial und die Verdrängungselemente nur radial gegenüber dem Gehäuse bewegbar. Die Verdrängungselemente werden also radial in die Tasche eingesetzt. Gleichzeitig oder danach kann die Welle in das Gehäuse eingesteckt werden. Wenn die Welle dann in Axialrichtung bewegt wird, wird sie durch die Verdrängungselemente geführt und arretiert damit die Verdrängungselemente in der Tasche. Die Verdrängungselemente können also durch die Öffnung der Tasche nicht mehr herausbewegt werden. Dadurch ergibt sich zumindest für eine Bewegungsrichtung ein selbstsichernder Mechanismus.

Dieser wird weiter dadurch verbessert, daß die Welle axial am ersten Verdrängungselement befestigt ist. Sobald die Befestigung erfolgt ist, ist die Maschine zumindest im Hinblick auf ihre Hauptfunktion fertig montiert. Es kann weder die Welle axial aus dem Gehäuse entfernt werden, weil die Befestigung am Verdrängungselement eine derartige Bewegung verhindert, noch können die Verdrängungselemente seitlich aus der Tasche entnommen werden, weil die Welle eine derartige Bewegung unterbindet. Da für diese "Endmontage" nur zwei Arbeitsschritte notwendig sind, die zu dem relativ einfach zu bewerkstelligen sind und beispielsweise durch einen Fertigungsroboter durchgeführt werden können, ergibt sich bei der Fertigung ein sehr geringer Aufwand mit entsprechend niedrigen Kosten.

Vorzugsweise ist die axiale Erstreckung der Tasche im wesentlichen so groß wie die der Verdrängungselemente. Damit dichten die beiden Stirnseiten der Tasche die Verdrängungselemente ab, d. h. sie definieren zusammen mit den Verdrängungselementen Arbeitskammern, die sich im

Betrieb vergrößern und verkleinern können. Zusätzliche Elemente, wie Dichtungen, sind dann nicht erforderlich. Mit dem Einsetzen der Verdrängungselemente in die Tasche sind die entsprechenden Arbeitskammern fertiggestellt.

Hierbei ist bevorzugt, daß die Verdrängungselemente und das Gehäuse ähnliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Dadurch wird der Betrieb auch bei wechselnden Temperaturen mit gleichem Wirkungsgrad möglich.

Vorteilhafterweise ist im Gehäuse eine Hochdruckkanalanordnung vorgesehen, die mit dem Wirkbereich verbunden ist. Die Hochdruckkanalanordnung nimmt bei der Verwendung der Maschine als Pumpe die erzeugten hydraulischen Drücke auf und leitet sie zu einem Hochdruckanschluß weiter, von dem dann Hydraulikflüssigkeit mit dem gewünschten höheren Druck abgenommen werden kann. Bei Verwendung der Maschine als Motor wird über die Hochdruckkanalanordnung den Arbeitskammern Hydraulikflüssigkeit unter höherem Druck zugeführt, um diese zur Expansion zu bewegen. Lediglich die Hochdruckkanalanordnung muß mit der notwendigen Festigkeit ausgeführt werden, wozu das Gehäuse zweckmäßigerweise zur Verfügung steht. Bei einer Niederdruckkanalanordnung ist diese Vorgabe nicht notwendig. Dementsprechend ist eine derartige Niederdruckkanalanordnung im Extremfall nicht notwendig. Man kann beispielsweise die Maschine als Pumpe dadurch verwenden, daß man sie vollständig in eine zu pumpende Flüssigkeit eintaucht, beispielsweise in den Kraftstofftank eines Kraftfahrzeugs. Dann kann die Flüssigkeit über die offene Seite der Tasche und den Schlitz zufließen. Sie wird über die Hochdruckkanalanordnung abgeführt.

Vorzugsweise ist hierbei zwischen den beiden Verdrängungselementen im Wirkbereich eine vorbestimmte Anzahl von Arbeitskammern gebildet und das Gehäuse weist eine entsprechende Anzahl von Hochdruckkanalöffnungen auf, die miteinander verbunden und so angeordnet sind, daß jede Arbeitskammer immer mit mindestens einer Hochdrucköffnung in Verbindung steht. Im Wirkbereich verkleinern sich die Volumina der Arbeitskammern, wenn die Maschine als Pumpe verwendet wird. Da jede Arbeitskammer immer mit mindestens einer Hochdruckkanalöffnung in Verbindung steht, kann sie die Hydraulikflüssigkeit durch eine derartige Öffnung verdrängen. Dies ist notwendig, weil die Flüssigkeiten im allgemeinen inkompressibel sind. Zwar ergeben sich bei unterschiedlichen Arbeitskammern auch unterschiedliche Drücke, was unter anderem davon abhängt, wie weit die Volumenverminderung fortgeschritten ist. Diese Drücke werden jedoch durch die Verbindung der Arbeitskammern über die Hochdruckkanalöffnungen ausgeglichen, so daß die insgesamt im Wirkbereich erfolgte Druckerhöhung an der Hochdruckkanalöffnung abgenommen werden kann. Eine sogenannte Niere, die bei anderen Maschinen vorhanden ist, ist hier nicht notwendig. Die einzelnen Öffnungen sind mit einem geringeren Aufwand zu fertigen. Sie führen darüber hinaus nicht zu einer nennenswerten Schwächung der Stirnseite, in der die Öffnungen eingebracht sind, was wiederum zu einer Verringerung des Aufwandes und damit zu einer Absenkung der Kosten führt.

Mit Vorteil bildet der Schlitz einen Teil einer Niederdruckkanalanordnung. Wie oben gesagt, ist es nicht unbedingt notwendig, daß im Niederdruckbereich eine Einkapselung der Verdrängungselemente erfolgt. Hier kann vielmehr ein ungehinderter Zu- oder Abfluß der Hydraulikflüssigkeit (je nachdem ob die Maschine oder als Motor verwendet wird) erfolgen. Der Schlitz, der im allgemeinen eine gewisse Erstreckung aufweist, setzt diesem Hydraulikstrom nur einen geringen Strömungswiderstand entgegen, der vorzugsweise dazu ausgenutzt werden kann, den Wirkungsgrad der Maschine zu erhöhen.

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß das Gehäuse mit einem Motor, insbesondere einem Elektromotor verbunden ist, und die Maschine und der Motor ein gemeinsames Lager und/oder eine gemeinsame Welle aufweisen. Insbesondere bei der Verwendung der Maschine als Pumpe erhält man auf diese Weise eine sehr kompakte Pumpeneinheit, die zu dem sehr kostengünstig ausgeführt werden kann.

Dies gilt insbesondere dann, wenn das gemeinsame Lager im Gehäuse montiert ist. Das Gehäuse muß ohnehin eine gewisse Stabilität aufweisen. Diese Stabilität kann man dann auch zur Abstützung des Lagers verwenden.

Mit Vorteil ist eine Abdeckung vorgesehen, die zumindest die Taschenöffnung im Gehäuse abdeckt. Wie oben ausgeführt, ist eine derartige Abdeckung nicht nötig, wenn die Maschine als Pumpe direkt in die zu pumpende Flüssigkeit eingetaucht wird. Dieser Anwendungsfall wird jedoch relativ selten sein. Wenn man die Flüssigkeit in einem Kreislaufpumpen möchte oder die Flüssigkeit als Antriebsmedium für einen Motor in einem derartigen Kreislauf verwenden möchte, muß man dafür sorgen, daß die Flüssigkeit an der Maschine nicht aus dem Kreislauf entweichen kann. Hierzu ist die Abdeckung vorgesehen. An die Abdeckung werden im Hinblick auf die Druckbeanspruchungen aber nur relativ geringe Anforderungen gestellt, weil sie sich im Niederdruckbereich befindet. Sie muß also lediglich imstande sein, die Hydraulikflüssigkeit bei den niedrigen Drücken am Entweichen zu hindern. Auch die hierzu notwendigen Dichtungsanordnungen können dann mit entsprechend geringem Aufwand gefertigt werden.

Vorzugsweise ist das Gehäuse zylinderförmig und die Abdeckung weist einen passenden zylinderförmigen Hohlraum auf, in dem das Gehäuse angeordnet ist. Man ist dann bei der Fertigung nicht mehr unbedingt darauf angewiesen, daß das Gehäuse lagerichtig in die Abdeckung eingeführt wird. Die Abdeckung der Tasche ist auf jeden Fall gewährleistet. Darüber hinaus läßt sich eine derartige Anordnung leichter abdichten.

Vorzugsweise weist die Abdeckung Flüssigkeitskanäle auf. Die Führung der Flüssigkeitskanäle in der Abdeckung ist vielfach einfacher als ihre Führung im Gehäuse. Auch dies senkt die Produktionskosten.

Vorzugsweise ist die Abdeckung durch ein Maschinenelement gebildet, das mindestens eine zusätzliche Funktion aufweist. Man benötigt also kein zusätzliches Teil mehr, um die Tasche abzudecken. Die Funktion der Abdeckung kann durch ein bereits vorliegendes Maschinenteil gebildet werden. Damit schafft man die Möglichkeit, eine Maschine, also eine Pumpe oder einen Motor, vor Ort in einem entsprechenden Maschinenteil zu integrieren, ohne daß man zusätzlichen Bauraum benötigt und ohne daß zusätzliche Befestigungselemente erforderlich sind.

Mit Vorteil ist hierbei das Maschinenteil eine Komponente einer hydraulischen Baugruppe. Diese Anwendung wird man vorzugsweise dann wählen, wenn die hydraulische Maschine als Pumpe ausgebildet ist. Die hydraulische Baugruppe kann beispielsweise eine hydraulische Kolben-Zylinder-Einrichtung sein. Die Pumpe wäre dann beispielsweise im Zylinder angeordnet. Der Hydraulikzylinder kann dann durch Antreiben des Motors bewegt werden, ohne daß eine externe hydraulische Versorgung notwendig ist. Die Druckerzeugung erfolgt vielmehr vor Ort in unmittelbarer Nähe des Druckraums. Auf diese Weise kann man eine Reihe von Betätigungsauflagen nun hydraulisch lösen, bei denen bislang aufgrund der fehlenden hydraulischen Versorgung ein derartiger Einsatz nicht möglich war. Zweckmäßige Einsatzgebiete liegen überall dort, wo man mit einem einzigen Hydraulikzylinder auskommt, beispielsweise bei einem Torantrieb.

Mit Vorteil trennt die Abdeckung die Niederdruckkanal anordnung von der Umgebung und weist einen Niederdruckanschluß auf. Die Maschine kann dann komplett wie herkömmliche Maschinen gehandhabt werden, d. h. sie wird an einen Hochdruckanschluß und an einen Niederdruckanschluß angeschlossen und ist dann betriebsbereit. Ein Entweichen von Hydraulikflüssigkeit ist aufgrund der Abdeckung, wie oben gesagt, nicht zu befürchten.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann die Abdeckung auch Mittel zur Druckregelung und/oder zur Temperaturregelung und/oder zur Steuerung eines Flüssigkeitsstromes aufweisen. Diese Mittel können als Ansatzteile an die Abdeckung angesetzt werden. Sie können aber auch in die Abdeckung integriert werden.

Vorzugsweise bildet die Abdeckung ein Axiallager für die Welle. Bei dieser Ausgestaltung ist eine Sicherung der Welle im Verdrängungselement nur in eine Richtung erforderlich. In die andere Richtung wird die Bewegung der Welle durch die Abdeckung begrenzt oder verhindert. Dies ist von besonderem Vorteil, weil die axiale Sicherung der Welle im Verdrängungselement auf der Seite vorgenommen werden kann, auf der die Welle das Verdrängungselement durchdringt, also auf der Seite, wo auch der Schlitz in der Stirnwand vorgesehen ist. Die andere Seite des Verdrängungselementes, wo das Verdrängungselement an der anderen Stirnseite der Tasche und damit am Gehäuse anliegt, muß nicht mehr zugänglich sein.

Mit Vorteil ist die Welle im Gehäuse durch eine Wellendichtung abgedichtet, die über einen im wesentlichen achsparallel verlaufenden Kanal mit den Verdrängungselementen verbunden ist. Durch den Kanal wird es möglich, den Ort der Wellendichtung frei zu wählen. Man ist nicht mehr darauf angewiesen, daß die Wellendichtung in unmittelbarer Nähe des Wirkbereichs angeordnet ist. Dadurch sind in der Nähe der Verdrängungselemente keine weiteren Bearbeitungen notwendig, um einen Montageort für die Wellendichtung vorzusehen.

Mit Vorteil wirken die Verdrängungselemente nach Art eines Gerotors zusammen. In diesem Fall handelt es sich um ein innenliegendes Zahnrad mit Außenverzahnung und einen außenliegenden Zahnrang mit Innenverzahnung. Die Mittelpunkte von beiden Verdrängungselementen sind exzentrisch zueinander versetzt. Das Zahnrad, das das erste Verdrängungselement bildet, steht mit der Welle in drehfester Verbindung. Wenn sich das Zahnrad dreht, dann dreht sich auch der Zahnrang. Er ist in der Tasche auf maximal 180° drehbar abgestützt und kann sich daher in der Tasche frei drehen. Der Wirkbereich umfaßt bei einem Gerotor etwa 180°. In diesem Bereich können die beiden Stirnseiten der Tasche die Arbeitskammern axial abdecken.

Vorzugsweise ist das erste Verdrängungselement als Zahnrad mit Außenverzahnung und das zweite Verdrängungselement als Zahnrang mit Innenverzahnung und unterschiedlicher Zähnezahl ausgebildet. Üblicherweise weist der Zahnrang mehr Zähne als das Zahnrad auf. Damit läßt sich ein gewisses Übersetzungsverhältnis erreichen, d. h. der Zahnrang dreht sich langsamer als das Zahnrad.

Mit Vorteil ist zwischen Zahnrad und Zahnrang in einem vorbestimmten Winkelbereich ein gehäusefestes, sichelförmiges Einsatzstück angeordnet. An diesem Einsatzstück gleiten die Zähne des Zahnrades radial innen und die Zähne des Zahnranges radial außen entlang. Zwischen den jeweiligen Zähnen werden also Arbeitskammern gebildet, die im Bereich des Einsatzstückes ein konstantes Volumen aufweisen. Auf diese Weise ist es möglich, die Hydraulikflüssigkeit mit geringem Aufwand bis zu den Bereichen zu transportieren, wo sich die Arbeitskammern verkleinern bzw. vergrößern und wo die Abdeckung durch die Stirnseiten der Ta-

sche notwendig ist.

In einer anderen Ausgestaltung können die beiden Verdrängungselemente als Zahnräder ausgebildet sein. Es handelt sich dann um eine konventionelle Zahnradpumpe, wie sie allgemein bekannt ist. In diesem Fall hat die Tasche einen Querschnitt, der durch zwei nebeneinander liegende Kreislinienabschnitte an einem Ende begrenzt ist, wobei sich die entsprechenden Kreise soweit überlappen, daß die beiden Zahnräder in Eingriff stehen können. Eine derartige Tasche läßt sich beispielsweise durch zwei Fräsvorgänge erzeugen, bei denen der Fräser den gleichen Außendurchmesser wie die Zahnräder aufweist. Es können hier ohne weiteres auch zwei Schlitz in der entsprechenden Stirnseite der Tasche vorgesehen sein. Der Wirkbereich ist auf einen relativ kleinen Winkelbereich beschränkt.

Vorzugsweise besteht das Gehäuse aus Kunststoff, Sintermaterial, Aluminium, Keramik oder Gußeisen. Derartige Materialien lassen sich leicht formen. Sie sind widerstandsfähig genug, um den Belastungen Stand zu halten.

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß das Gehäusematerial Zusatzstoffe zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit und/oder Verschleißfestigkeit und/oder zur Reibungsverminderung aufweist. Durch derartige Zusatzstoffe läßt sich das Betriebsverhalten der Pumpe weiter verbessern.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Maschine im schematischen Querschnitt,

Fig. 2 eine ähnliche Ausführungsform der Maschine in Draufsicht,

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform der Maschine im Schnitt,

Fig. 4 die Ausführungsform nach Fig. 3 in einer anderen Schnittansicht,

Fig. 5 eine Explosionsansicht der Maschine nach den Fig. 3 und 4 und

Fig. 6 bis 8 verschiedene Ausführungsformen von Verdrängungselementen.

Eine hydraulische Maschine 1, die als Motor oder als Pumpe ausgebildet sein kann, weist ein Gehäuse 2 auf. In dem Gehäuse 2 ist eine Tasche 3 angeordnet, die von zwei Stirnwänden 4, 5 axial begrenzt ist. An ihrem Boden 6 ist die Tasche 3 geschlossen. An der dem Boden gegenüberliegenden Seite befindet sich eine Öffnung 7. Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist, ist der Boden 6 im Querschnitt kreislinienförmig. In Fig. 2 ist die Tasche 3 gestrichelt eingezeichnet.

In der Tasche 3 ist eine Verdrängungselementanordnung angeordnet, die aus einem ersten Verdrängungselement 8, 50 das beispielsweise als Zahnrad ausgebildet ist, und einem zweiten Verdrängungselement 9, das als Zahnrang ausgebildet ist, besteht. Auch eine Kreiskolbenanordnung oder eine Flügelzellenanordnung wäre möglich. Das erste Verdrängungselement 8 ist mit einer Welle drehfest verbunden, die im Gehäuse 2 drehbar gelagert ist.

Die beiden Verdrängungselemente 8, 9 haben die gleiche axiale Erstreckung wie die Tasche 3. Zwischen den beiden Verdrängungselementen 8, 9 befinden sich Arbeitskammern, die sich in bekannter Weise im Betrieb abwechselnd vergrößern und verkleinern. Diese Arbeitskammern sind durch die beiden Stirnwände 4, 5 abgedichtet.

Da die Flüssigkeit inkompressibel ist, befinden sich im Gehäuse 2 in einem Wirkbereich Hochdruckkanalöffnungen 11, die mit einem Hochdruckanschluß 12 verbunden sind. Der Wirkbereich ist bei einer Pumpe der Bereich, in dem sich die Arbeitskammern verkleinern und bei einem Motor der Bereich, in dem sich die Arbeitskammern vergrößern.

Das Gehäuse 2 und die Verdrängungselemente 8, 9 haben

ähnliche Wärmeausdehnungskoeffizienten. Weitgehend unabhängig von Temperaturänderungen bleibt daher die gute Abdichtung zwischen den Stirnwänden 4, 5 und den Verdrängungselementen 8, 9 im Betrieb erhalten.

Die Welle 10 ist mit dem ersten Verdrängungselement 8 nicht nur drehfest verbunden, sie ist mit dem ersten Verdrängungselement 8 auch axial verbunden, also unverlierbar in ihm gehalten. Dies gestaltet den Zusammenbau der Maschine relativ einfach. Die Verdrängungselemente 8, 9 werden zunächst axial ineinander gesteckt und dann als Baugruppe in die Tasche 3 eingeführt. Wenn die Welle 10 durch das Gehäuse und in das innere Verdrängungselement 8 eingesteckt wird, ist die Maschine praktisch fertig.

Hierbei schadet es nicht, daß die Tasche 3 an der Öffnung 7 offen ist. Durch die Öffnung 7 kann Hydraulikflüssigkeit ein- oder ausfließen, ohne daß dies für die Funktion der Maschine schädlich wäre. In der einfachsten Form kann man die Maschine beispielsweise als Pumpe direkt in einem Vorrat der zu pumpenden Flüssigkeit anordnen. Über die Öffnung 7 der Tasche 3 oder über andere Kanäle kann dann Flüssigkeit angesaugt und über den Hochdruckanschluß 12 abgegeben werden. Natürlich ist in diesem Fall der Hochdruckanschluß 12 mit einer entsprechenden Abfuhrleitung versehen.

Fig. 2 zeigt eine geringfügig abgewandelte Ausführungsform einer Maschine 1; die Tasche 3 ist hier, wie oben erläutert, gestrichelt eingezeichnet.

Gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 1 ist ein Schlitz 14 in der Stirnwand 4 hinzugekommen, in der auch die Hochdruckkanalöffnungen 11 angeordnet sind. Dieser Schlitz dient zur Erleichterung der Fertigung. Die Tasche 3 kann mit Hilfe eines Fräzers gefertigt werden, dessen Durchmesser dem Außendurchmesser des zweiten Verdrängungselementes 9 entspricht. Damit dieser Fräser tief genug in das Gehäuse 2 eingeführt werden kann, ist der Schlitz 14 vorgesehen. In dem Schlitz 14 kann die Achse des Fräzers bewegt werden.

Ferner ist eine Bohrung 13 am fußseitigen Ende des Schlitzes 14 vorgesehen, die zur Aufnahme der Welle 10, genauer gesagt eines durch das erste Verdrängungselement 8 hindurchragenden Endes dient. Es ist ersichtlich, daß die Achse 15 der Welle 10 geringfügig gegenüber der Mittellinie 16 des Schlitzes 14 versetzt ist. Dies gestattet es, daß man die beiden Verdrängungselemente 8, 9 exzentrisch zueinander anordnet, beispielsweise um eine Gerotoranordnung zu realisieren.

Der Wirkbereich befindet sich bei der Ausgestaltung nach Fig. 2 rechts von einer vertikalen Linie, die durch die Achse 15 der Welle 10 verläuft. Zusätzlich sind auch außerhalb des Wirkbereichs Kanalöffnungen 17 vorgesehen, durch die Hydraulikflüssigkeit mit einem niedrigeren Druck strömen kann. Weiterhin kann Hydraulikflüssigkeit durch den Schlitz 14 in die Arbeitskammern zwischen den beiden Verdrängungselementen 8, 9 gelangen. Die Anzahl der Hochdruckkanalöffnungen 11 und der Kanalöffnungen 17 stellt sicher, daß jede Arbeitskammer eine Verbindung zum Zufluß oder zum Abfluß hat. Hierbei steht jede Arbeitskammer ständig mit mindestens einer dieser Öffnungen 11, 17, 14 in Verbindung, so daß immer Flüssigkeit verdrängt werden oder zufließen kann.

In nicht dargestellter Weise sind die Hochdruckkanalöffnungen 11 einerseits und die Kanalöffnungen 17 und der Schlitz 14 andererseits jeweils miteinander verbunden, so daß jeweils ein Druckausgleich zwischen diesen Öffnungen stattfinden kann. Eine Niere, wie sie bei hydraulischen Maschinen dieser Art sonst üblich ist, kann hier entfallen.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung, wobei die Fig. 3 und 4 unterschiedliche Längs-

schnitte darstellen, während die in Fig. 5 eine Explosionsansicht zeigt. Gleiche Teile sind hierbei mit den gleichen Bezugssymbolen versehen.

Da in den meisten Fällen die Maschine nicht innerhalb eines Flüssigkeitsvorrats eingesetzt, sondern in einer normalen Umgebung verwendet werden soll, bei der möglichst keine Flüssigkeit austreten soll, ist die Maschine in den Fig. 3 bis 5 mit einer Abdeckung 18 versehen. Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, hat das Gehäuse 2 etwa Zylinderform. Dementsprechend weist die Abdeckung 18 eine zylinderförmige Öffnung 19 auf, in die das Gehäuse 2 eingesteckt ist. Hierbei sind Dichtungen 20, etwa in Form von Rundschnurdichtringen, zwischen der Umfangsfläche des Gehäuses 2 und der Innenwand der Zylinderbohrung 19 der Abdeckung 18 vorgesehen. Ferner sind Dichtungen 21 vorgesehen, die um die Hochdruckkanalöffnungen 11 gelegt sind und einen Übergang zwischen dem Hochdruckanschluß 12 in der Abdeckung 18 und den Hochdruckkanalöffnungen 11 in der Stirnwand 4 des Gehäuses abdichten. Bei den Kanalöffnungen 17 für Niederdruck ist eine derartige Abdichtung nicht notwendig.

Die Abdeckung 18 ist mit Hilfe einer Gegenplatte 22 die an einem Vorsprung 23 am Gehäuse 2 anliegt, und mit Hilfe von Bolzen 24 am Gehäuse 2 festgespannt.

Die Welle 10 durchdringt das erste Verdrängungselement 8 und ist auf der herausstehenden Seite mit Hilfe eines Sicherungsringes 25 gegen eine axiale Rückbewegung gesichert. In die entgegengesetzte Richtung (axial) ist eine Bewegung der Welle 10 ebenfalls nicht möglich, weil dort die Abdeckung 18 ein Axiallager bildet.

Die Welle 10 ist gegenüber dem Gehäuse 2 mit Hilfe einer Wellendichtung 26 abgedichtet, die mit Hilfe eines Klemmringes 27 im Gehäuse 2 gehalten ist. Die den Verdrängungselementen 8, 9 zugewandte Seite der Wellendichtung 26 ist über einen Kanal 28 mit der Tasche 3 verbunden, so daß diese Seite der Wellendichtung 26 mit Saugdruck beaufschlagt werden kann.

Der Zusammenbau einer derartigen Maschine ist höchst einfach: Man setzt zunächst die beiden Verdrängungselemente 8, 9 ineinander und schiebt dann die zusammengesetzten Verdrängungselemente 8, 9 seitlich in die Tasche 3 hinein. Hierbei kommt dann das zweite Verdrängungselement 9 zur Anlage an den Boden 6 der Tasche 3. Gleichzeitig wird die Welle 10 axial in das Gehäuse 2 eingesetzt und durch das erste Verdrängungselement 8 hindurchgeschoben. Die Verdrängungselemente 8, 9 sind damit gegen Herausfallen oder Herausgedrücktwerden im Betrieb gesichert. Als dann kann der Sicherungsring 25 auf die Welle 10 aufgebracht werden. Schließlich muß noch die Abdeckung 18 montiert und die Wellendichtung 26 eingesetzt werden und die Maschine ist fertig. Alle diese Schritte lassen sich durch Handhabungsautomaten (Roboter) sehr einfach durchführen.

Zu beachten ist hierbei, daß durch die Montage keine Veränderungen in Volumen der Maschine vorgenommen werden. Auch werden im Bereich der Verdrängungselemente keine Spannungen aufgebaut, etwa durch Anziehen von Bolzen. Die Bolzen 24 müssen lediglich soweit angezogen werden, daß die Abdeckung 18 auf dem Gehäuse 2 bleibt. Ihre Aufgabe ist es nicht, die Verdrängungselemente 8, 9 in der Tasche 3 festzuklemmen.

Auf diese Weise läßt sich mit einfachen Mitteln eine Maschine mit geringen Toleranzen realisieren.

Für das Gehäuse und für die Verdrängungselemente 8, 9 lassen sich viele Materialien verwenden, wobei es von Vorteil ist, wenn die jeweiligen Materialien ähnliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Insbesondere haben sich für das Gehäuse Materialien wie Kunststoffe, Sinterma-

terialien, Keramik oder Metalle, wie Aluminium oder Gußeisen, bewährt. Diesen Materialien kann man Zusatzstoffe zugeben, um die mechanische Festigkeit oder die Verschleißfestigkeit zu erhöhen oder die Reibungseigenschaften zu verbessern und damit den Verschleiß zu vermindern.

Man kann die Tasche 3 auch schon beim Herstellen des Gehäuses 2 berücksichtigen, wenn das Gehäuse gegossen oder gesintert wird. In diesem Fall ist es vielfach nur noch notwendig, die Stirnwände 4, 5 und den Boden 6 zu polieren.

In nicht dargestellter Weise kann die Maschine als Bestandteil eines anderen Maschinenelements verwendet werden. Hierbei bildet dann dieses Maschinenelement die Abdeckung 18. Dies soll am Beispiel eines hydraulischen Zylinders erläutert werden, bei dem die Maschine als Pumpe ausgebildet ist und mit einem Elektromotor an der Welle 10 versehen ist. Ein hydraulischer Zylinder ist eine hydraulische Baugruppe, die aus dem eigentlichen Zylinderteil und einem Kolbenteil besteht. Man kann nun die Pumpe am Ende des Zylinderteils anordnen und mit den elektrischen Anschlüssen zum Antrieb des Motors versehen. Die Pumpe muß lediglich mit einem Flüssigkeitsvorrat in Verbindung stehen. Wenn nur der Motor betätigt wird, kann die Pumpe im Innern des hydraulischen Zylinders den notwendigen Druck erzeugen, ohne daß eine Druckzufuhr von außen notwendig ist. Notwendig ist vielmehr nur eine Flüssigkeitszufuhr, die aber drucklos erfolgen kann. Damit lassen sich hydraulische Betätigungen nunmehr auch dort autark einsetzen, wo keine übergeordnete hydraulische Versorgungseinrichtung zur Verfügung steht.

An und in der Abdeckung können hierbei noch Mittel zur Druckregelung, zur Temperaturregelung oder zur Steuerung eines Flüssigkeitsstromes vorgesehen sein.

Für die Kombination der beiden Verdrängungselemente gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, von denen in den Fig. 4 bis 8 drei verschiedene Ausführungsformen gezeigt sind.

Die Fig. 6 und 7 zeigen jeweils Gerotor-Anordnungen, also Anordnungen, bei denen das erste Verdrängungselement 8 als Zahnrad und das zweite Verdrängungselement 9 als Zahnring ausgebildet ist. Wenn sich das erste Verdrängungselement 8 dreht, nimmt es das zweite Verdrängungselement 9 mit. In Abhängigkeit von der Zähnezahlkombination in dem ersten und dem zweiten Verdrängungselement 8, 9 dreht sich das zweite Verdrängungselement 9 bei der Ausgestaltung nach Fig. 6 beispielsweise dann einmal, wenn sich das erste Verdrängungselement 8 so oft gedreht hat, wie es Zähne hat.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7 ist zwischen dem ersten Verdrängungselement 8 und dem zweiten Verdrängungselement 9 ein sichelförmiges Einsatzstück 29 angeordnet, das mit Hilfe eines Stiftes 30 gehäusefest gehalten wird. Die Funktion dieser beiden Gerotor-Anordnungen an sich ist bekannt.

Fig. 8 zeigt eine andere Ausgestaltung, bei der zwar die Mittelpunkte der beiden Verdrängungselemente ebenfalls gegeneinander versetzt angeordnet sind. Sie sind aber nicht mehr ineinander geschachtelt, sondern als nebeneinander angeordnete Zahnräder ausgebildet, die miteinander in Eingriff stehen. In diesem Fall ist der Boden 6 der Tasche 3 durch zwei nebeneinander liegende Kreislinien (bezogen auf den Querschnitt) gebildet, wobei sich die die Kreislinien bildenden Kreise soweit überschneiden, daß die beiden Zahnräder in Eingriff stehen können. Hierbei ist eine Hochdruckkanalöffnung 11 nur in dem Bereich notwendig, wo die beiden Zahnräder in Eingriff kommen. Allerdings lassen sich mit einer derartigen Zahnrädpumpe sehr hohe Drücke erzielen.

## Patentansprüche

1. Fluid-Maschine mit einem ersten Verdrängungselement, das um eine Drehachse drehbar ist, drehfest mit einer Welle verbunden ist, die in einem Gehäuse drehbar gelagert ist, und mit einem zweiten Verdrängungselement zusammenwirkt, wobei die Drehachse in einem vorbestimmten Abstand zur Mittelachse des zweiten Verdrängungselementes angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) eine Tasche (3) aufweist, in der die Verdrängungselemente (8, 9) so angeordnet sind, daß das Gehäuse (2) die Verdrängungselemente (8, 9) axial auf beiden Seiten (4, 5) zumindest in einem Wirkbereich und in Umfangsrichtung über maximal 180° abdeckt.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine axiale Stirnwand (4) der Tasche (3) einen Schlitz (14) aufweist.
3. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlitz (14) zur Welle (10) seitlich versetzt angeordnet ist.
4. Maschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle das erste Verdrängungselement (8) durchträgt und in eine Ausnehmung (13) am Ende des Schlitzes (14) hineinragt.
5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Montage die Welle (10) nur axial und die Verdrängungselemente (8, 9) nur radial gegenüber dem Gehäuse (2) bewegbar sind.
6. Maschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (10) axial am ersten Verdrängungselement (8) befestigt ist.
7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Erstreckung der Tasche (3) im wesentlichen so groß wie die der Verdrängungselemente (8, 9) ist.
8. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängungselemente (8, 9) und das Gehäuse (2) ähnliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen.
9. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Gehäuse (2) eine Hochdruckkanalanordnung (11) vorgesehen ist, die mit dem Wirkbereich verbunden ist.
10. Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den beiden Verdrängungselementen (8, 9) im Wirkbereich eine vorbestimmte Anzahl von Arbeitskammern gebildet ist und das Gehäuse (2) eine entsprechende Anzahl von Hochdruckkanalöffnungen aufweist, die miteinander verbunden und so angeordnet sind, daß jede Arbeitskammer immer mit mindestens einer Hochdrucköffnung in Verbindung steht.
11. Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlitz (14) einen Teil einer Niederdruckkanalordnung (17) bildet.
12. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) mit einem Motor, insbesondere einem Elektromotor verbunden ist, und die Maschine und der Motor ein gemeinsames Lager aufweisen.
13. Maschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor und die Maschine eine gemeinsame Welle aufweisen.
14. Maschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das gemeinsame Lager im Gehäuse (2) montiert ist.
15. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abdeckung (18) vor-

gesehen ist, die zumindest die Taschenöffnung (7) im Gehäuse (2) abdeckt.

16. Maschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) zylinderförmig ist und die Abdeckung (18) einen passenden zylinderförmigen Hohlraum (19) aufweist, in dem das Gehäuse (2) angeordnet ist. 5

17. Maschine nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung (19) Flüssigkeitskanäle aufweist. 10

18. Maschine nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung (18) durch ein Maschinenelement gebildet ist, das mindestens eine zusätzliche Funktion aufweist.

19. Maschine nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Maschinenteil eine Komponente einer hydraulischen Baugruppe ist. 15

20. Maschine nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung (18) die Niederdruckkanalanordnung (17, 31) von der Umgebung trennt und einen Niederdruckanschluß (31) aufweist. 20

21. Maschine nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung (18) Mittel zur Druckregelung und/oder zur Temperaturregelung 25 und/oder zur Steuerung eines Flüssigkeitsstromes aufweist.

22. Maschine nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdeckung (18) ein Axiallager für die Welle (10) bildet. 30

23. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (10) im Gehäuse (2) durch eine Wellendichtung (26) abgedichtet ist, die über einen im wesentlichen achsparallel verlaufenden Kanal (28) mit den Verdrängungselementen (8, 9) verbunden ist. 35

24. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängungselemente (8, 9) nach Art eines Gerotors zusammenwirken.

25. Maschine nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Verdrängungselement (8) als Zahnrad mit Außenverzahnung und das zweite Verdrängungselement (9) als Zahnring mit Innenverzahnung und unterschiedlicher Zähnezahl ausgebildet ist. 40

26. Maschine nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Zahnrad und Zahnring in einem vorbestimmten Winkelbereich ein gehäusefestes, sichelförmiges Einsatzstück (29) angeordnet ist. 45

27. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Verdrängungselemente als Zahnräder ausgebildet sind. 50

28. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (2) aus Kunststoff, Sintermaterial, Aluminium, Keramik oder Gußeisen besteht. 55

29. Maschine nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäusematerial Zusatzstoffe zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit und/oder Verschleißfestigkeit und/oder zur Reibungsverminderung aufweist. 60

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

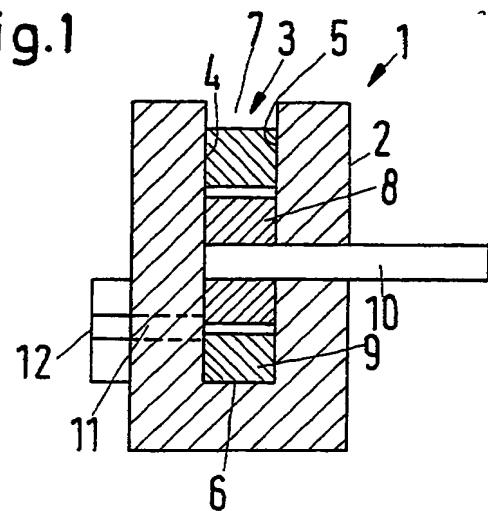


Fig.2

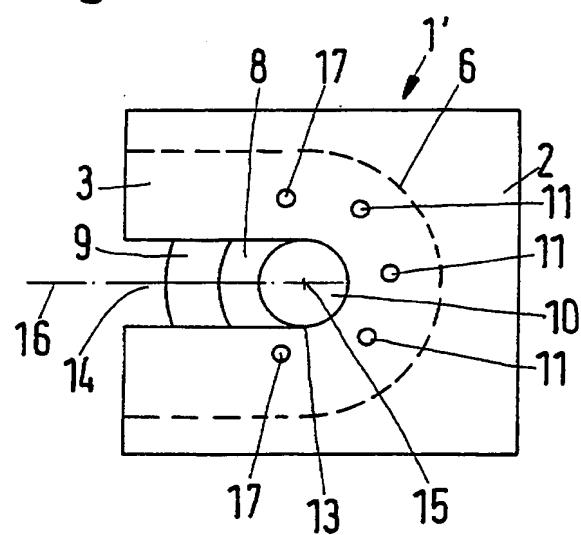


Fig.3

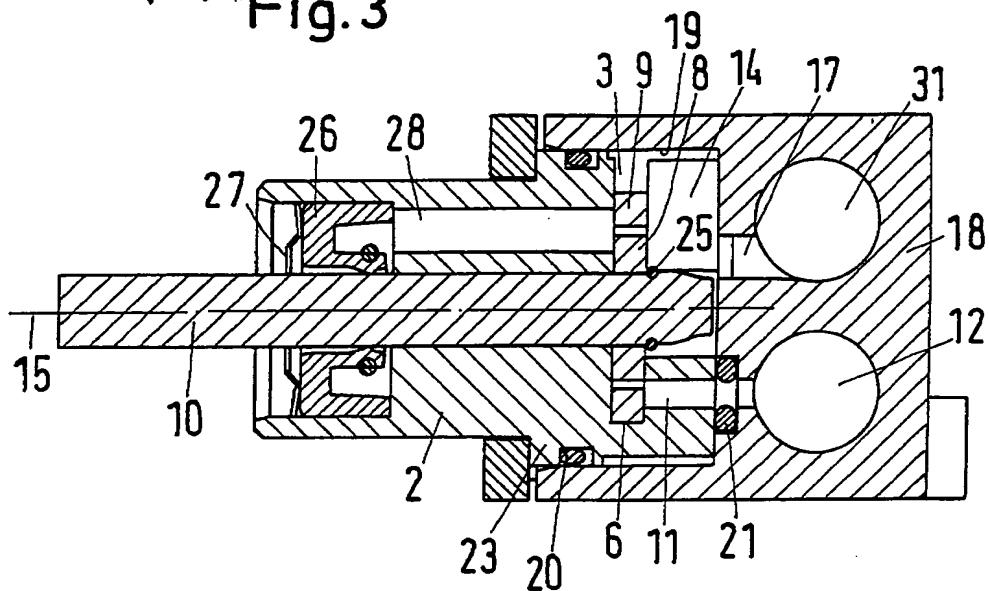


Fig.4

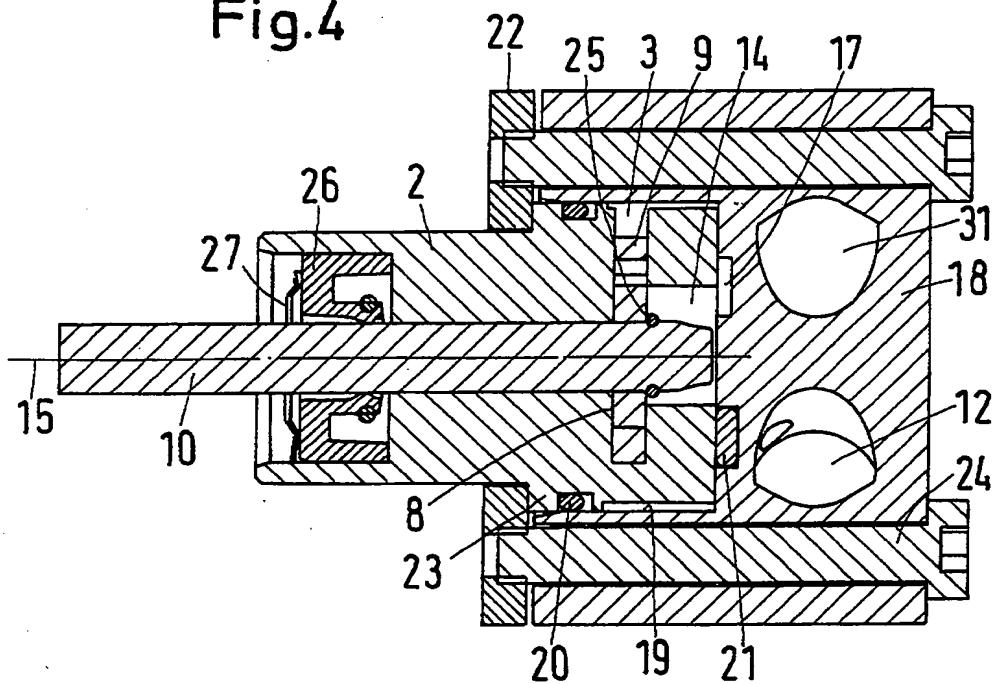


Fig.6

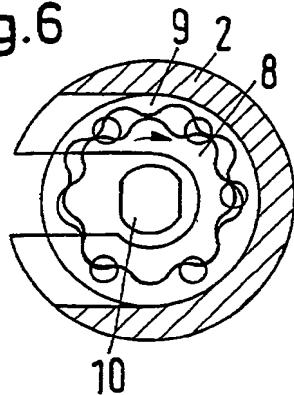


Fig.7

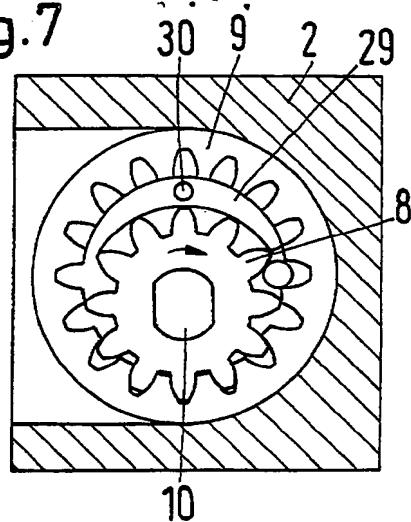


Fig.8

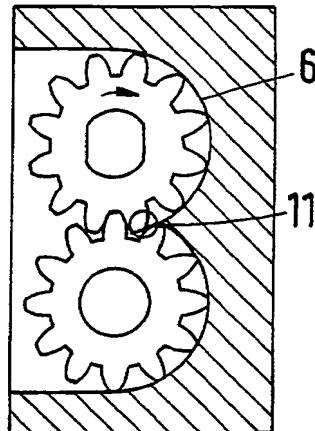


Fig.5

